

**IL TRATTAMENTO DELL'INFORMAZIONE E LA SUA APPLICAZIONE
NEI COMPITI MATEMATICI
di Renato Rossini**

Rivista del Servizio di sostegno pedagogico, no. 5, ott. 1989, pag. 31-36

In un intervento sugli orientamenti attuali della pedagogia nell'ambito di un corso di formazione, Franco Zambelloni ebbe a dire che il dramma della concezione costruttivista-cognitivista (piagetiana) sta nel fatto che le competenze (o se preferiamo i livelli di maturità intellettuale richiesti per l'esecuzione di determinati compiti) non si possono insegnare. L'attività dell'insegnante diventerebbe allora equiparabile a quella del pescatore: getta l'amo e spera che il pesce abbocchi. Fuori metafora l'insegnamento si esplicherebbe nell'allestimento di materiali di lavoro e riflessione **nella speranza** che l'allievo riesca a costruire le proprie conoscenze e competenze.

Alla base di questa considerazione resta l'assunto di Piaget che la maturazione dell'intelligenza proceda per stadi. Che cosa consenta il passaggio da un determinato stadio a quello superiore rimaneva nell'incertezza.

Gli studi recenti, sempre di matrice costruttivista-cognitivista, hanno avuto quale oggetto questa zona d'ombra della teoria piagetiana e permettono ora di ancorare l'attività d'insegnamento a qualcosa di più solido della semplice speranza. Alcuni autori (Case, Siegler, Fischer, cfr. P. Boscolo, 1986) hanno studiato il superamento di talune prove piagetiane (ad es. le prove sulle conservazioni) interpretandole **attraverso le strategie utilizzate**. Una volta messe in luce le strategie sottostanti ai vari livelli di risposta in ogni singola prova, si è constatato che le strategie richieste sono **addestrabili**: ragazzi opportunamente addestrati sono in grado di raggiungere nelle prove livelli più alti di performance rispetto quella ottenuta senza addestramento. In questi casi il raggiungimento di un determinato livello avviene prima delle età orientative indicate per ogni prova, rilevate con procedimenti statistici.

Questi studi hanno confermato la felice intuizione di Vygotsky che identificava nella **zona di sviluppo prossimale**, che è appunto la differenza di performance rilevata senza e con addestramento, il terreno adatto all'insegnamento.

Parallelamente l'attenzione portata dagli psicologi costruttivisti neopiagetiani (come vengono ora definiti) ai modelli elaborati dalla cibernetica ha condotto all'elaborazione di un modello di funzionamento dell'intelligenza umana di fronte a un compito, denso di implicazioni pedagogiche: il modello del **trattamento delle informazioni** o del **problem solving**.

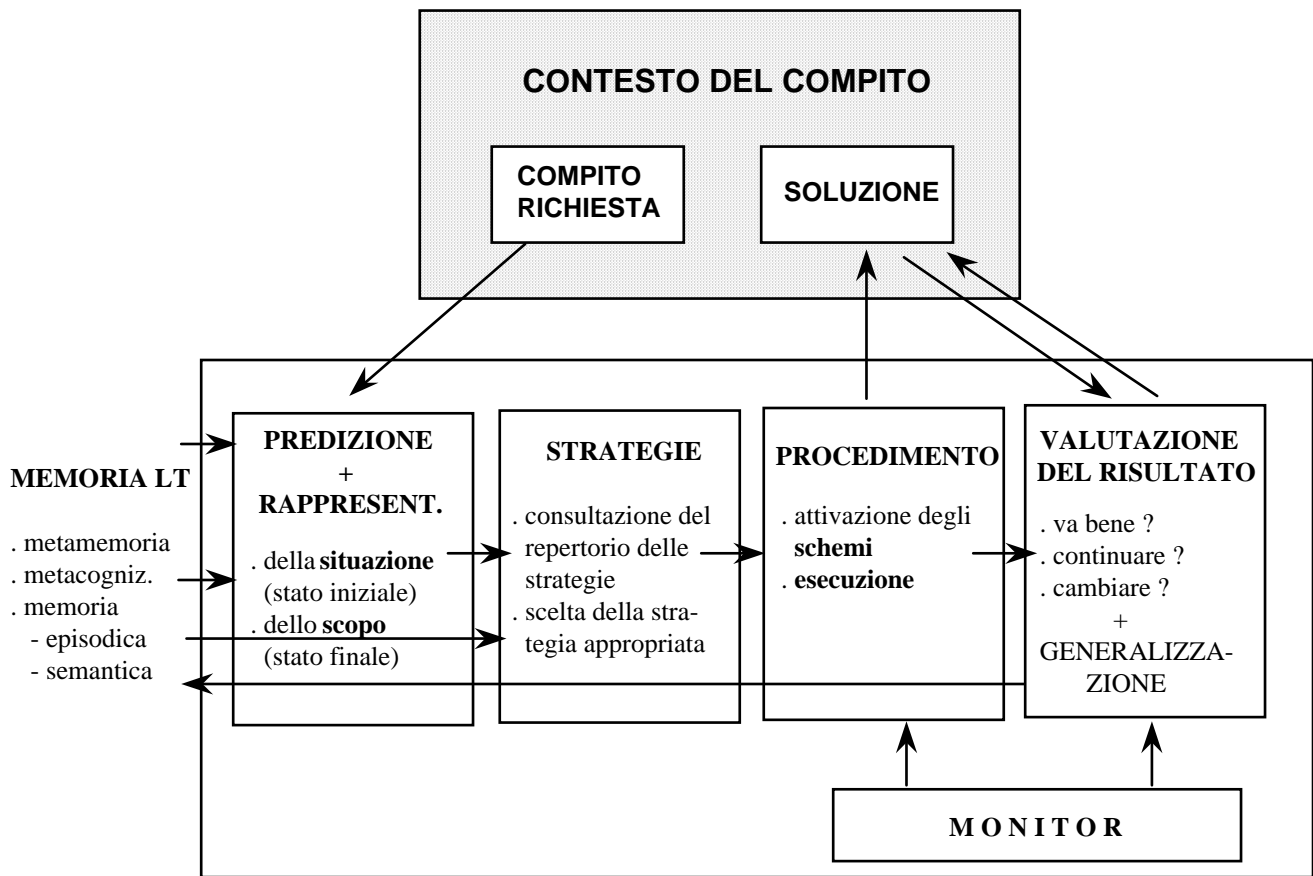
Il trattamento dell'informazione (*problem solving*)

Questo schema rappresenta un adattamento per analogia di quello elaborato da Hayes e Flower per i processi di scrittura. I processi mentali evidenziati nel riquadro grande sono quelli elaborati da Lindsay e Norman, cui sono state aggiunte le indicazioni sull'intervento della memoria a lungo termine (LT) di Brown.

Questo modello "cibernetico" rappresenta il cervello umano come una macchina dotata di memoria e in grado di eseguire delle operazioni. Il contesto del compito rappresenta l'*input* (richiesta) e l'*output* (soluzione).

Penso che per docenti di sostegno e in genere per tutti i docenti questo schema contenga elementi di notevole interesse dal punto di vista dell'applicazione pedagogica. Io mi riferirò ad esempi matematici, ma ovviamente la sua applicabilità può essere estesa a tutto il campo

cognitivo. Esso sposta l'attenzione dell'educatore tradizionalmente centrata sul contesto del compito verso i processi mentali. A prescindere da problemi affettivi che in questo ambito più che altro si ritrovano a livello di predizione, l'educatore di fronte alle soluzioni inadeguate deve cercare di chiarire a quale tappa dei processi mentali o di memoria LT si situano le disfunzioni (possono essere più di una) responsabili delle soluzioni insoddisfacenti. Questa chiarificazione è essenziale per approntare una strategia d'intervento che miri non soltanto a rimuovere l'ostacolo in questione fornendo all'allievo una corretta comprensione dei concetti sottostanti al compito, ma anche e soprattutto a fornirgli una metodologia consapevole ed efficace di lavoro. Lo schema rappresenta ciò che avviene in una situazione ottimale. Nei processi mentali chiamati in causa possono insinuarsi come detto delle disfunzioni e inoltre qualche volta questi processi vengono cortocircuitati. Lindsay e Norman dedicano ampio spazio nella loro opera ai cortocircuiti che si verificano in condizioni di stress. Dal canto mio voglio segnalare quei cortocircuiti indotti da una cattiva pedagogia scolastica che trascura di porre l'accento su fasi essenziali quali **la rappresentazione del problema e la valutazione del risultato** (qui intesa ovviamente nel senso di autovalutazione).



Ma è tempo ora di chiarire questi processi mentali e di portare esempi di disfunzioni. Dedicherò infine un po' più spazio a un esempio didattico condotto in base alla constatazione di una carenza a livello di metacognizione, un aspetto questo probabilmente meno noto.

La predizione

consiste nel predire il livello di prestazione in un compito, o il grado di difficoltà, o il risultato dell'applicazione di una strategia. Si tratta di un aspetto di solito trascurato, eppure molto importante. Quando un allievo riceve un compito immancabilmente fa una predizione sulle sue capacità di riuscita. Come ho già accennato prima, è a questo livello soprattutto che entrano in gioco fattori affettivi come la stima di sé e delle proprie capacità. Questa predizione durante l'esecuzione del compito (ammesso che venga tentata, perché non raramente negli allievi una predizione negativa comporta l'abbandono puro e semplice del compito stesso) rimane operante come un cattivo demone contro cui combattere, o uno buono da cui ricavare la fiducia necessaria alla perseveranza.

La rappresentazione della situazione iniziale e finale. E' una tappa di peculiare importanza. Una buona rappresentazione dei dati e delle richieste di un problema influisce in notevole misura sulla scelta delle strategie adeguate e quindi sull'intero processo di soluzione. Una rappresentazione della situazione consiste nella comprensione dei concetti contenuti (gli **schemi** piagetiani) e delle relazioni fra i concetti. Dato ad esempio il problema

"Il perimetro di un rettangolo è di cm20. Sapendo inoltre che la sua area è di cm² 21, quanto misurano i suoi lati?" gli schemi che fanno parte della sua rappresentazione sono quelli di rettangolo (che a sua volta sottintende quelli di angolo retto, parallelogrammo, ...) di area e perimetro riferiti al rettangolo. Le relazioni che si inferiscono in questo caso sono:

- nel rettangolo ci sono due diverse coppie di lati uguali;
- nel perimetro i due lati diversi sono presenti due volte ciascuno.

Questa rappresentazione ha il potere di scoprire che il problema dato altri non è che una variante del problema-tipo. *Trovare due numeri la cui somma è 10 (metà perimetro) e il cui prodotto è 21*, e di indirizzare così la scelta delle strategie di soluzione.

Una volta ho constatato che un'allieva non riusciva a rappresentarsi un problema di geometria perché non capiva il concetto di spigolo: per lei lo spigolo era qualcosa di appuntito (lo spigolo di un tavolo) e non si capacitava del fatto che si potesse attribuirgli una dimensione. Questo a dimostrare di nuovo che, anche se il concetto di spigolo geometrico sarà stato sicuramente "spiegato", solo l'attività di riflessione dell'allievo è in grado di produrre degli apprendimenti.

La scelta della strategia

La strategia è un'operazione o una successione di operazioni che il risolutore di un problema effettua sui dati a sua disposizione per raggiungere lo scopo previsto, partendo dalla sua rappresentazione del problema. Se questa è la definizione ne consegue che strategie inadeguate traggono origine da rappresentazioni inadeguate del problema. Quest'ultime possono essere inadeguate perché incomplete, perché certi schemi non sono posseduti dall'allievo o per l'alto grado di relazioni che devono essere inferite (il che richiede una certa capacità di pensiero formale).

Vorrei soffermarmi brevemente su tre aspetti. Ci sono allievi che di fronte a una catena di insuccessi senza apprendimenti hanno maturato un'unica strategia: siccome un problema di matematica porta dei dati numerici e il risultato è nuovamente un dato numerico, cominciano ad operare senza porsi chiaramente la questione a sapere che cosa calcolare e perché. Questa strategia risulta particolarmente efficace se gli allievi in questione hanno accanto qualcuno di provate capacità, ad es. un docente di sostegno, che gli fornisce un *feedback* immediato (magari anche solo attraverso le esitazioni o le espressioni del volto) dei suoi tentativi. Sono allievi che "sparano" calcoli a velocità sorprendente, oppure che sembrano brillanti per doti intuitive, di cui risulta difficile capacitarsi perché in classe falliscano così clamorosamente e pertinacemente.

Infine ci sono allievi che tentano di memorizzare le strategie. Sono gli ammalati delle formule (anche qualche docente è presente in questo club). Sono quelli che di fronte a un dato problema tentano di applicare una formula. Salvo poi che la formula rappresenta una generalizzazione della strategia usata, o se si preferisce un automatismo, comunque la conseguenza di un'efficace manipolazione dei dati. Una memorizzazione di formule a priori, in qualche modo avulsa dal tessuto di conoscenze depositato nella memoria, è molto labile e crea problemi agli inesperti strateghi. Quanti allievi di questo tipo discernono con cognizione se sia l'area del rettangolo o del triangolo che risponde alla formula $B \cdot h : 2$?

Il monitor (monitoraggio)

E' la funzione di controllo dell'esecuzione delle operazioni e di confronto tra i risultati che si ottengono man mano e le ipotesi di partenza. Vengono esercitate sia la memoria a breve termine (controllo delle operazioni) sia quella a lungo termine (controllo più generale). Problemi in quest'ambito possono essere dovuti sia a difficoltà d'uso della memoria a breve termine, sia a difficoltà di concentrazione (alla cui origine spesso ci sono problemi affettivi), sia alla presenza del docente di sostegno, cui viene demandata la funzione. Chi non si è mai sentito chiedere: "Va bene fin qui?" In questi casi con una faccia sfingea immancabilmente rispondo: "Secondo te?"

Valutazione del risultato

E' anche questa una fase importante, che solitamente gli allievi demandano al docente, alla sua correzione personale o alla correzione collettiva in classe. Eppure il confronto tra le ipotesi di partenza e il risultato ottenuto è significativo dal punto di vista dell'apprendimento. Un risultato insoddisfacente cela un problema cognitivo importante. E' importante che il docente di sostegno anche di fronte a risultati corretti richieda all'allievo di esprimere un suo parere.

La memoria LT

Si compone di tre livelli: la metamemoria, la metacognizione e la memoria propriamente detta.

La metamemoria è la memoria applicata a se stessa, cioè la conoscenza e la consapevolezza che un individuo ha della memoria e di ciò che attiene all'immagazzinamento e recupero dell'informazione.

Nei processi cognitivi la metamemoria agisce soprattutto a livello di predizione.

La metacognizione è la consapevolezza e il controllo che l'individuo ha dei propri processi cognitivi.

La metacognizione agisce nel *monitoraggio* (confronto tra ipotesi di partenza e risultati man mano ottenuti).

Metamemoria e metacognizione sono processi del pensiero applicato a se stesso. Esse appartengono dunque al pensiero formale. Un soddisfacente funzionamento di questi due livelli è indispensabile al raggiungimento dell'autonomia operativa. E' quanto sostiene Brown:

"Imparare non significa solo acquisire elementi di conoscenza, vuol dire anche capire qualcosa della situazione di apprendimento, delle strategie adatte, dei propri limiti e delle proprie risorse, delle difficoltà che un determinato compito implica." (cfr. P. Boscolo, 1986)

Per un docente di sostegno lavorare con un allievo su aspetti cognitivi spesso significa funzionare da metamemoria e metacognizione esterna, dati i limiti dell'allievo. L'importante è che queste funzioni vengano gradualmente trasferiti sull'allievo stesso, perché sono requisiti indispensabili alla padronanza.

Infine vi è *la memoria* propriamente detta, che riguarda l'immagazzinamento e il recupero delle informazioni.

Un'esperienza didattica

Voglio qui affrontare uno dei problemi più spinosi per qualche allievo di scuola media: quello delle trasformazioni.

Es. cm 237,7 = km ?

Anche questo è un vero problema da affrontarsi con un'adeguata strategia. Prerequisiti per la sua comprensione sono il possesso dei seguenti schemi:

- valore posizionale delle cifre
- comprensione del numero decimale
- la scala delle misure: km, hm, dam, ...
- integrazione (= relazione) della scala delle misure e del numero decimale.

Tralascio qui di considerare il caso in cui manchino in primi due prerequisiti, perché mi troverei di fronte a un problema diverso: non quello delle trasformazioni ma quello del valore posizionale delle cifre o del numero decimale.

Molti allievi non sono in possesso della scala delle misure. In questi casi la ricostruiamo assieme, tenendo presenti alcuni punti:

- l'unico problema sta nella memorizzazione di alcuni prefissi multipli: *deca*, *etto*, *chilo* e sottomultipli: *deci*, *centi*, *milli*

- i sottomultipli sono di diretta derivazione dai numeri decimali: da decimo, decimetro; da centesimo, centimetro, ...

- tutti hanno esperienza con almeno due multipli: chilo (chilometro, chilogrammo; etto: ettogrammo); solo *deca* è poco usato, ma è facile scoprirne la derivazione da 10

- mi sembra anche opportuno verificare con gli allievi il fatto che non esistono tre scale differenti per le misure di lunghezza, capacità e peso, ma è sempre la stessa scala in cui ai prefissi dati si aggiunge l'unità di misura.

Anche l'ultimo prerequisito dell'integrazione degli schemi di numero decimale e di scala delle misure è tanto importante quanto trascurato. Proviamo a chiedere agli allievi con difficoltà:

"Data la misura cm 237,7 qual è la cifra che mi indica i cm ?" Molto spesso la risposta è **2** (!), evidentemente perché è la cifra più vicina alla misura indicata.

Questi sono gli allievi che nelle trasformazioni sanno che bisogna moltiplicare o dividere (e qualche volta non sanno se devono far l'una o l'altra cosa e per quanto), e che moltiplicare o dividere vuol dire spostare la virgola di un certo numero di posti (di quanti, a partire da dove?), cioè conoscono in maniera labile la strategia (la formula!) senza pieno possesso dei prerequisiti.

Con questi allievi preferisco costruire la tabella seguente:

Con la costruzione di diversi esempi dello stesso tipo l'allievo intuisce che

| | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | 2 | 3 | 7, | 7 |
| km | hm | dm | m | dm | cm | mm |

è la cifra immediatamente a sinistra della virgola a costituire l'unità. Per inserire una misura nella tabella, si inserisce dapprima l'unità, e quindi le altre cifre, una per casella rispettando la loro posizione rispetto l'unità.

A questo punto (ancora una volta si dimostra la validità dell'assunto!) la rappresentazione della situazione iniziale fornisce implicitamente la strategia corretta:

Se voglio ad es. trasformare la misura data in hm, basta portare la virgola nella casella degli hm (che diventano così la nuova unità), inserendo degli zeri nelle caselle vuote.

| | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | 0, | 0 | 2 | 3 | 7 | 7 |
| km | hm | dm | m | dm | cm | mm |

Non si moltiplica e non si divide niente; semplicemente la misura vien considerata dal punto di vista di una nuova unità. Dopo alcune esercitazioni gli allievi sono in grado di operare le trasformazioni senza aiuto della tabella.

Questo semplicissimo metodo è sempre funzionato fino a quest'anno (1988/89) quando sono incappato in un'allieva alla quale risultava impossibile, pur con gli accorgimenti sopra descritti, memorizzare la scala.

Quale spiegazione dare al fenomeno? Sicuramente era presente l'implicazione affettiva per cui la non memorizzazione della scala segnalava il rifiuto ad entrare in materia di trasformazioni. L'emergere di problemi Non so se sia sempre il caso. Nell'abbandono il problema rimane e per di più rimane il fatto che un problema cognitivo non sia stato affrontato con mezzi cognitivi (problem solving), il che può essere predittivo di futuri insuccessi.

Da un punto di vista cognitivo credo che il problema possa essere affrontato in questi termini. Il metodo che un docente appronta per aiutare un allievo a superare uno scoglio cognitivo fa parte della metacognizione del docente, ma ogni fase può essere estranea (e quasi sempre lo è) alla metacognizione dell'allievo. Nel caso in questione la memorizzazione delle scale di misura era un sottobiettivo chiaro per me, ma assolutamente estraneo all'allieva, la quale percepiva che volevo condurla a compiere uno sforzo (penoso) senza essere consapevole della funzionalità di questo sforzo. In questo caso ho perciò aggirato l'ostacolo procedendo con la richiesta di inserire nella tabella le misure date; sotto la tabella avevo scritto io le misure per ogni casella (con gli altri allievi queste indicazioni venivano scritte dapprima assieme, poi dagli allievi stessi). L'allieva si applicava con successo, anche nelle trasformazioni. Nel momento in cui, quasi per un mio capriccio, le ho chiesto di operare una trasformazione senza tabella mi sono accorto che la scala delle misure era stata interiorizzata! La necessità della memorizzazione della scala, grazie al procedimento, aveva ricevuto una giustificazione a livello di metacognizione anche da parte dell'allieva. Un problema cognitivo era stato affrontato e risolto con procedimenti cognitivi, con indubbio riscontro anche sul piano affettivo in termini di stima di sé e delle proprie capacità di memorizzare e di operare (metamemoria).

Bibliografia

LINDSAY P.H. NORMAN D.A.: Traitement de l'information et comportement humain; Editions Etudes Vivantes; Montreal, 1980

PIERO BOSCOLO: Psicologia dell'apprendimento scolastico; gli aspetti cognitivi; UTET; Torino 1986

BROWN A.L., DELOACHE, J.S.; Skills, plans, and self-regulations, in: Siegler R.S. (a cura di), Children's thinking; what develops?, Erlbaum, Hillsdale, 1978.